

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-184670

[ST.10/C]:

[JP2002-184670]

出 願 人

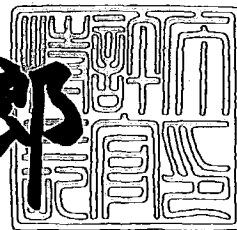
Applicant(s):

富士写真フイルム株式会社

2003年 4月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 P26915J

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G04B 10/12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 松本 研司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 早川 利郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特 2002-184670

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラスチックファイバーを用いた伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラスチックファイバーと、

このプラスチックファイバーを伝搬して来た光を検出する光検出器とを有する
プラスチックファイバーを用いた伝送装置において、

前記光検出器として、それぞれの受光面積が前記プラスチックファイバーのコアの断面積より小さくて、受光感度域が互いに等しい複数の半導体受光素子からなるものが用いられていることを特徴とするプラスチックファイバーを用いた伝送装置。

【請求項 2】 前記複数の半導体受光素子として、それら全体の受光面積が前記プラスチックファイバーの断面積と略等しいものが用いられ、

これら複数の半導体受光素子が、前記プラスチックファイバーから光学系を介さずに直接出射光を受光するように配設されていることを特徴とする請求項 1 記載のプラスチックファイバーを用いた伝送装置。

【請求項 3】 前記複数の半導体受光素子が、1 GHz 以上の応答帯域を有するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のプラスチックファイバーを用いた伝送装置。

【請求項 4】 前記複数の半導体受光素子が、互いに同一基板上に形成されたものであることを特徴とする請求項 1 から 3 いずれか 1 項記載のプラスチックファイバーを用いた伝送装置。

【請求項 5】 前記複数の半導体受光素子に対して、それぞれ個別の増幅器が接続されていることを特徴とする請求項 1 から 4 いずれか 1 項記載のプラスチックファイバーを用いた伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信システム等に利用される、プラスチックファイバーを用いた伝送装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

一般的に、光通信における光の伝搬路としては、石英ガラスを主材料としたシングルモード型、もしくはマルチモードファイバーが用いられる。これらのファイバーの直径は $200\mu\text{m}$ 以下であり、アライメントにおいてもミクロン単位の高い位置合わせ精度が求められる。そのため、工事現場等の一般環境下におけるファイバー敷設作業は容易ならざるものがあり、この点が、さらなる普及を妨げる大きな要因となっている。

【 0 0 0 3 】

その一方、敷設作業が比較的容易になされ得る大直径のプラスチックファイバーも開発されているが、これらは製造上の問題から主にステップインデックス型の構造を有し、高いビットレートの信号を遠距離まで伝送することができない。つまり、ステップインデックス型のファイバーに図 8 (1) に示すような光パルスを入力させた場合は、長距離の伝搬後に、同図 (2) に示すように出射端で光パルスの波形が崩れて広がってしまう現象が認められる。そのため、図 9 (1) に示すように連続したパルス光をファイバーに入力して伝送させると、時間軸上で前後のパルスが重なりあって、ファイバーの出射端においては同図 (2) に示すように、0 レベルにおいても完全に消光しない状態となる。言い換えれば、短いパルス幅の信号列は伝送後、信号の 0, 1 の判定がし難くなるということであり、大容量の光通信には不向きであることが分かる（「プラスチックオプティカルファイバの基礎と実際」小池康博、宮田清蔵 監修、株式会社エヌ・ティー・エス、PP .84-87 (2000) 参照）。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、上述の問題を解消するために、大きな直径を有し、かつ、伝送後もパルス幅の広がらないグレーデッドインデックス（分布屈折率）型のファイバーが提案され、実用化が期待されているが、一方でその種のファイバーにおいては以下の問題が明らかになってきた。

【 0 0 0 5 】

プラスチックファイバーの特徴はその口径が大きいことにあるが、このことは、そこを伝搬して来た信号光を検出して電気信号に変換するに当たり、信号光を効率良く検出するために、図7に示すようにプラスチックファイバー1のコア2の断面積に見合った大きな面積の受光部4を有する光検出器5が必要になることを意味する（なお、同図中の3はクラッドである）。しかし、一般に500 μ m以上になるプラスチックファイバーのコア径に見合うような大面積の受光部を有する受光素子は、電気容量が大きく、高速変調されている信号光に追従してそれを電気信号に変換することが難しいという問題を有する。

【0006】

すなわち、図10(1)に示すような連続パルス光がファイバーに入力された場合、それをファイバー出力端で大面積の受光部を有する受光素子で検出すると、検出信号の波形は同図(2)にAで示すように、光量の0レベルに対して0レベルまで低下しない、0、1の判定が難しいものとなる。

【0007】

このような問題を解決するためには、逆に電気容量が小さくて高速応答可能な受光素子を用いることが考えられる。しかしそのような受光素子は、プラスチックファイバーから出射する光のごく一部しか検出できないので、その検出信号は図10(2)にBで波形を示すように、応答性は良好であるものの、極めて微弱な信号になってしまう。

【0008】

本発明は上記の事情に鑑み、大口径のコアを形成可能なプラスチックファイバーと半導体受光素子とを組み合わせる伝送装置において、高い受光効率と高速応答性を両立して実現することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明によるプラスチックファイバーを用いた伝送装置は、プラスチックファイバーと、このプラスチックファイバーを伝搬して来た光を検出する光検出器とを有するプラスチックファイバーを用いた伝送装置において、前記光検出器として、それぞれの受光面積がプラスチックファイバーのコアの断面積より小さくて

、受光感度域が互いに等しい複数の半導体受光素子からなるものが用いられていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 0 】

なお上記プラスチックファイバーとしては、そのコア径が $500\mu\text{m}$ 以上であるものが用いられることが望ましい。

【 0 0 1 1 】

また本発明装置においては、上記複数の半導体受光素子として、それら全体の受光面積が前記プラスチックファイバーの断面積と略等しいものが用いられ、これら複数の半導体受光素子が、プラスチックファイバーから光学系を介さずに直接出射光を受光するように配設されていることが望ましい。

【 0 0 1 2 】

また、上記複数の半導体受光素子としては、 1GHz 以上の応答帯域を有する素子が用いられることが望ましい。また上記複数の半導体受光素子としては、互いに同一基板上に形成されたものを好適に用いることができる。さらに、それら複数の半導体受光素子に対しては、それぞれ個別の増幅器が接続されることが望ましい。

【 0 0 1 3 】

【発明の効果】

本発明のプラスチックファイバーを用いた伝送装置においては、光検出器として、それぞれの受光面積がプラスチックファイバーのコアの断面積よりも小さくて、受光感度域が互いに等しい複数の半導体受光素子が用いられたことにより、プラスチックファイバーを伝搬して来た光をそれら複数の半導体受光素子で合わせて検出できるので、高い受光効率が実現される。

【 0 0 1 4 】

その一方、各半導体受光素子はコアの断面積より小さいものであるもので、電気容量が低く、高速で応答可能となっている。それにより本発明装置は、高速応答性にも優れたものとなる。

【 0 0 1 5 】

また、本発明のプラスチックファイバーを用いた伝送装置において、複数の半

導体受光素子として、それら全体の受光面積がプラスチックファイバーの断面積と略等しいものが用いられ、これら複数の半導体受光素子が、プラスチックファイバーから光学系を介さずに直接出射光を受光するように配設されている場合は、プラスチックファイバーからの出射光が略全て複数の半導体受光素子に受光されるので、特に高い受光効率が実現される。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0017】

図1は、本発明の第1の実施の形態によるプラスチックファイバーを用いた伝送装置の斜視形状を示すものである。この伝送装置は図示の通り、クラッド3の中にコア2が配されてなるプラスチックファイバー1と、このプラスチックファイバー1の出射端1aに近接して配設された光検出器10とを備えて構成されている。

【0018】

プラスチックファイバー1はPMMAからなるコア2を有するものであり、そのコア径は1mmである。一方光検出器10は、一例として4個の半導体受光素子11、12、13および14が共通基板の上に一体的に形成されてなるものであり、チップサイズは一辺が約3mmの正方形で、厚さは500 μ mである。半導体受光素子11、12、13および14は、図中に円で示す受光部の直径が400 μ mの例えばフォトダイオードからなり、それらの受光感度域は互いに等しくて650nm付近にある。そしてこの光検出器10は、プラスチックファイバー1の出射端1aとの間に光学系を介さずに、該出射端1aから100 μ mの距離を置いて配置されている。

【0019】

半導体受光素子11、12、13および14は、上記基板と共通ではない側の電極が互いに電氣的に分離した状態にして、該基板の上に形成されている。各半導体受光素子11、12、13および14を電氣的に分離しないで並列に接続すると、それらは広い受光面積を有する半導体受光素子と電氣的に同等となって応答の高速化にはつながらないが、上述の構成とすることにより、各半導体受光素子11、12、13およ

び14は受光面積が小さくて電気容量も小さいものとなるので、高速応答が可能となる。

【0020】

上記半導体受光素子11、12、13および14は図2に回路を示すように、それぞれの出力信号を増幅する個別の前置増幅器21、22、23および24に接続され、そしてこれらの前置増幅器21、22、23および24の出力が、1つの増幅器25により集めて増幅されるようになっている。こうすることにより、プラスチックファイバー1を伝搬して来た光を4個の半導体受光素子11～14で合わせて検出できるので、受光効率も高いものとなる。

【0021】

すなわち、プラスチックファイバー1に図3(1)に示すような連続パルス光が入力された場合、半導体受光素子11、12、13および14の出力をそれぞれ前置増幅器21、22、23および24で増幅して得られる光検出信号の波形は同図(2)にBで示すようなものとなるが、それらの光検出信号を増幅器25により集めて増幅することにより該増幅器25からは、同図(2)に波形をCで示すように高レベルの光検出信号が得られる。また、上述の通り高速応答も可能となっているので、増幅器25からの光検出信号は光量の0レベルに対して0レベルまで低下して、0、1の判定が確実になされ得るものとなっている。こうして本実施の形態の伝送装置によれば、光信号に正確に追従した、誤りの少ない良好な電気信号が得られる。

【0022】

具体的には、プラスチックファイバー1に1.25 Gbps（毎秒1.25ギガビット）の光信号を入力して伝送させた場合も、その光信号を4個の半導体受光素子11～14で合わせて検出することにより、光量の0レベルに対して0レベルまで低下する、信号波形の崩れが少ない電気信号を得ることができる。

【0023】

なお本実施の形態の場合、4個の半導体受光素子11～14の各々の受光面積は、 $0.2 \times 0.2 \times 3.14$ として約 0.13 m m^2 となる。このような半導体受光素子11～14によれば上述の通り1.25 Gbpsの光信号を正確に電気信号に変換可能であり、また受光部の直径を本実施の形態における $400 \mu \text{ m}$ の半分の $200 \mu \text{ m}$ とする場合は、2.

5Gbpsの光信号を正確に電気信号に変換可能となる。したがって、グレーデッドインデックス（分布屈折率）型のプラスチックファイバーにおいて伝送可能とされている1Gbps程度の高速光信号を正確に電気信号に変換するためには、大略の目安として、半導体受光素子の受光部の直径を400 μ m以下にすればよい。

【0024】

次に図4および5を参照して、本発明の第2の実施の形態によるプラスチックファイバーを用いた伝送装置について説明する。図4はこの伝送装置の斜視形状を示すものであり、ここでは、基板を共有せずに互いに別体とされた半導体受光素子11、12、13および14が用いられている。このような半導体受光素子11～14を用いる場合でも、図中に円で示す各素子の受光部の面積がプラスチックファイバー1のコア2の断面積より小さくて、また各素子の受光感度域が互いに等しくなっていれば、第1の実施の形態におけるのと同様の効果を得ることができる。

【0025】

なお本実施の形態では、図5に電気回路図を示す通り、半導体受光素子11、12、13および14は互いに直列に接続して使用される。このようにしても、各半導体受光素子11～14の受光面積が小さいことから高速応答可能となり、その一方、プラスチックファイバー1を伝搬して来た光を4個の半導体受光素子11～14で合わせて検出できるので、受光効率も高いものとなる。

【0026】

本発明において用いられる半導体受光素子の受光部の形状は、以上説明した2つの実施の形態における円形に限られるものではなく、非対称の形状が採用されてもよい。例えば図6に示すように、概略扇形の受光部31a、32a、33aおよび34aをそれぞれ有する半導体受光素子31、32、33および34を用いることもできる。その場合、上記扇形の弧の部分がほぼプラスチックファイバーのコア（図示せず）の外周に沿って延びるようにしておけば、受光効率がより高くなって好ましい。

【0027】

さらに、本発明において用いられる半導体受光素子の数も、以上説明した4個に限られるものではなく、2個以上の適宜の数を採用することができる。

【 0 0 2 8 】

また以上は、複数の半導体受光素子を並列に接続した実施の形態と、直列に接続した実施の形態とについて説明したが、並列と直列とを組み合わせた接続方式を適用することもできる。

【 0 0 2 9 】

また本発明においては、PMMAのみからコアが形成されてなるプラスチックファイバーに限らず、PMMAに他の物質が添加された材料からコアが形成されてなるプラスチックファイバーや、PMMA以外の材料からコアが形成されてなるプラスチックファイバーを用いることも可能である。

【 0 0 3 0 】

さらに、本発明によるプラスチックファイバーを用いた伝送装置は、一般的な光通信に使用できることは勿論、それに限らず、情報を光信号によって伝送する全てのシステムに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態によるプラスチックファイバーを用いた伝送装置を示す斜視図

【図 2】

図 1 のプラスチックファイバーを用いた伝送装置の電気回路を示す回路図

【図 3】

図 1 のプラスチックファイバーを用いた伝送装置の効果を説明する図

【図 4】

本発明の第 2 の実施形態によるプラスチックファイバーを用いた伝送装置を示す斜視図

【図 5】

図 4 のプラスチックファイバーを用いた伝送装置の電気回路を示す回路図

【図 6】

本発明において用いられ得る半導体受光素子の別の例を示す平面図

【図 7】

従来のプラスチックファイバーを用いた伝送装置の一例を示す斜視図

【図 8】

従来装置の光伝送における問題を説明する図

【図 9】

従来装置の光伝送における問題を説明する図

【図 1 0】

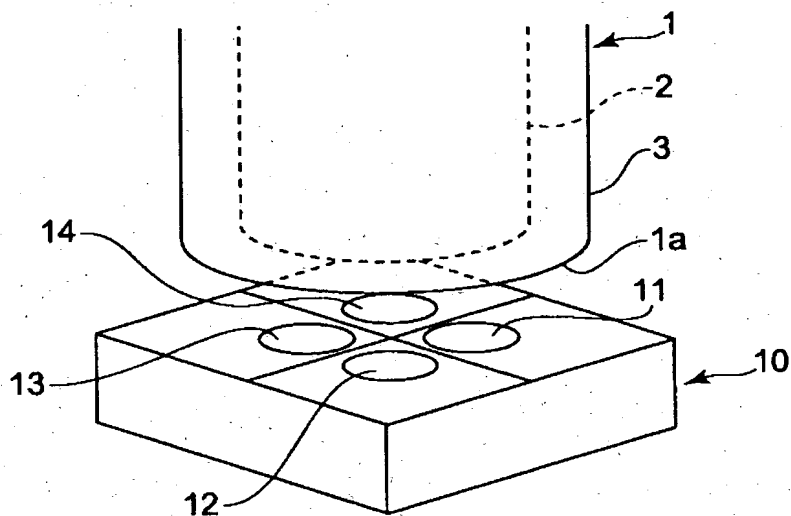
従来装置の信号光検出における問題を説明する図

【符号の説明】

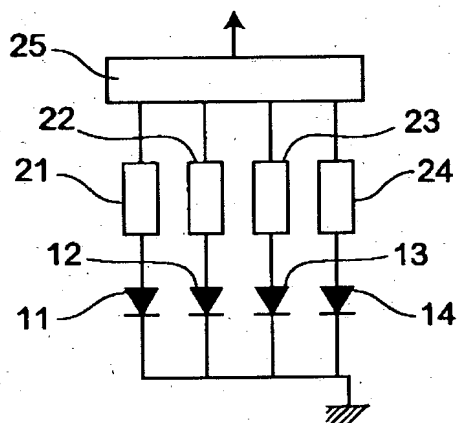
- 1 プラスチックファイバー
- 1 a プラスチックファイバーの出射端
- 2 コア
- 3 クラッド
- 4 受光部
- 5、10 光検出器
- 11、12、13、14 半導体受光素子
- 21、22、23、24 前置増幅器
- 25 増幅器
- 31、32、33、34 半導体受光素子
- 31 a、32 a、33 a、34 a 受光部

【書類名】 図面

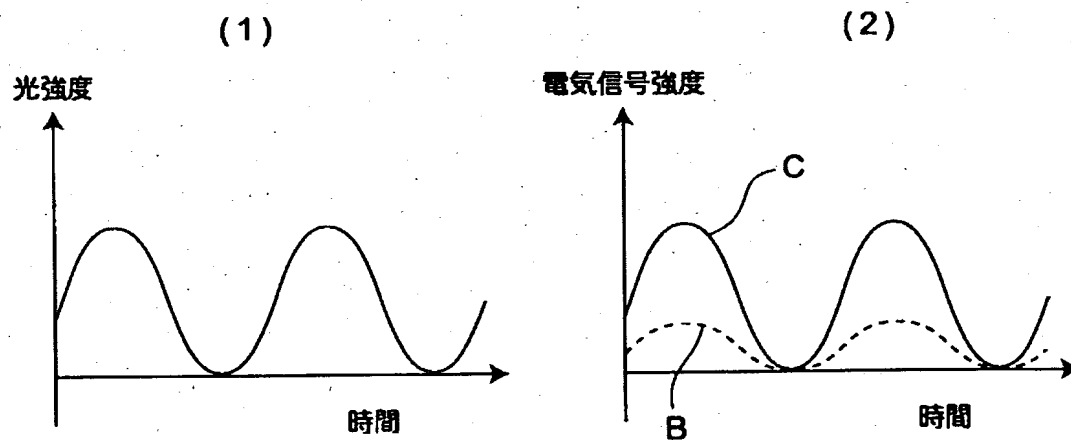
【図 1】



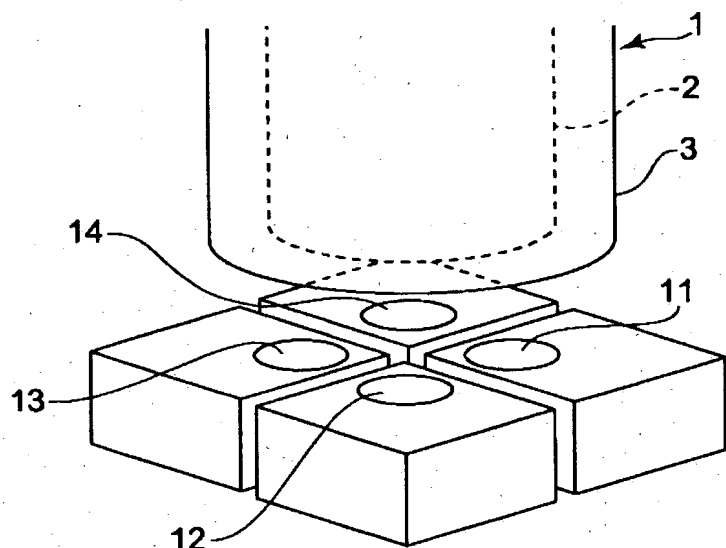
【図 2】



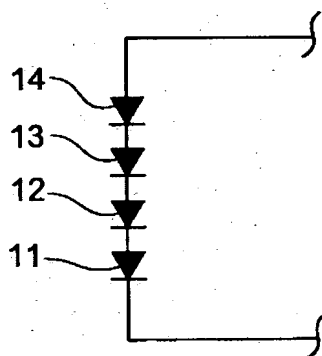
【図 3】



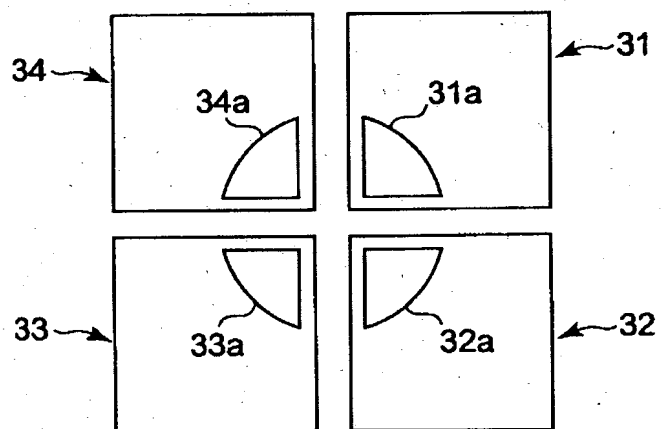
【図 4】



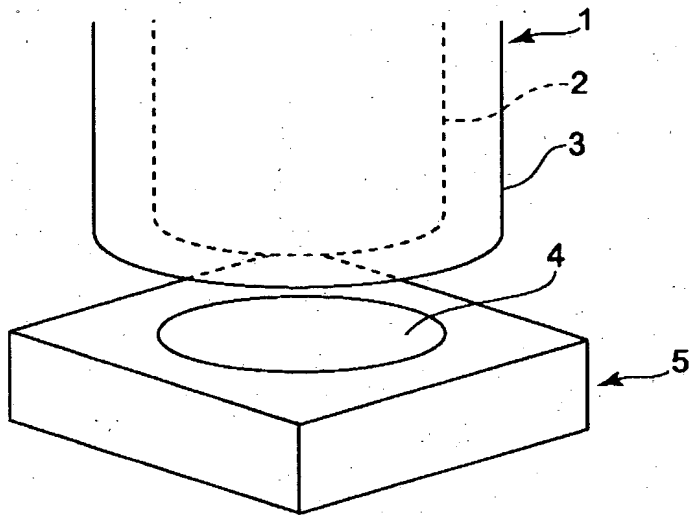
【図 5】



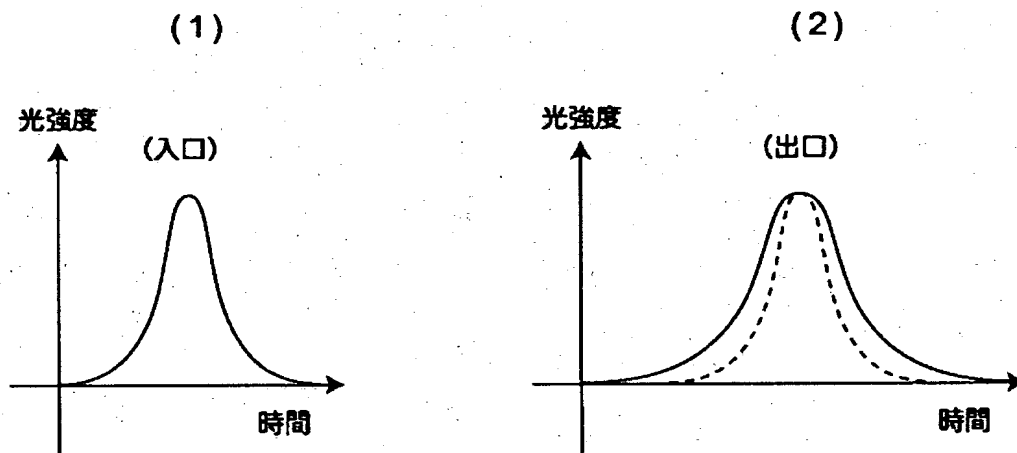
【図 6】



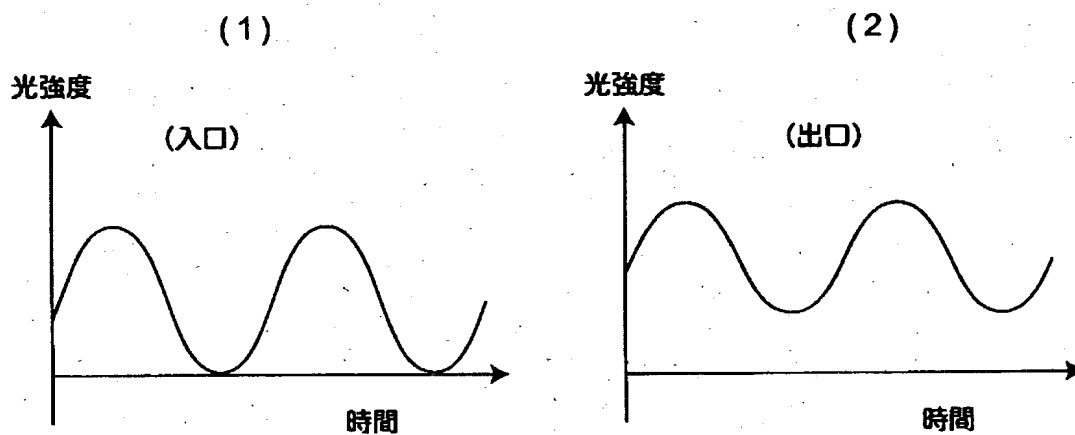
【図 7】



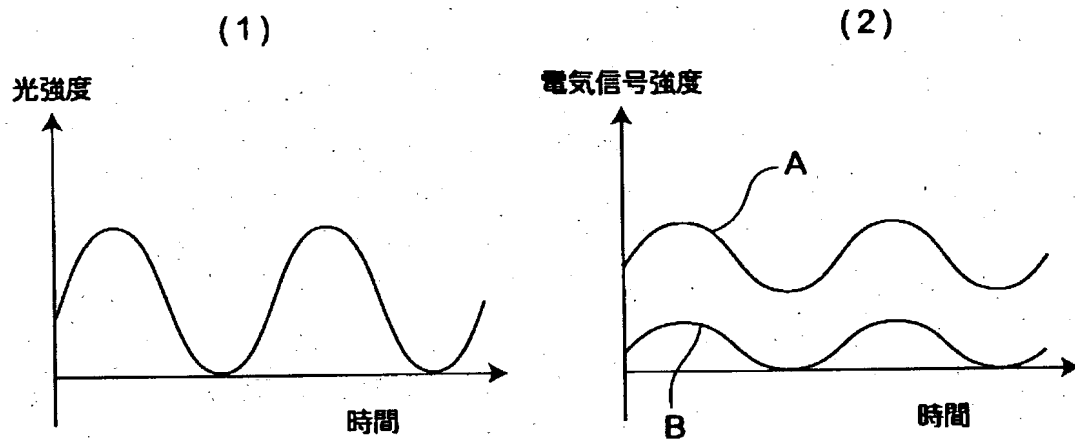
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラスチックファイバーと半導体受光素子とを組み合わせる伝送装置において、高い受光効率と高速応答性を両立して実現する。

【解決手段】 プラスチックファイバー1と、このプラスチックファイバー1を伝搬して来た光を検出する光検出器10とを有するプラスチックファイバーを用いた伝送装置において、光検出器10として、それぞれの受光面積がプラスチックファイバー1のコア2の断面積より小さくて、受光感度域が互いに等しい複数の半導体受光素子11、12、13、14からなるものを用いる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-184670
受付番号	50200927844
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 6月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 6月25日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 210 番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横 浜 K S ビル 7 階
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3-18-3 新横 浜 K S ビル 7 階
【氏名又は名称】	佐久間 剛

特2002-184670

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地

氏 名 富士写真フイルム株式会社